

第四次实验

实验2 仪表内阻对测量结果的影响（和修正）

实验5 含源一端口网络等效参数和外特性测量

一、实验目的：

- 1、了解电压表、电流表内阻的测量方法；
- 2、理解仪表内阻对测量误差的影响；
- 3、掌握修正仪表内阻对测量误差影响的方法；
- 4、验证戴维南定理和诺顿定理；
- 5、验证电压源与电流源相互进行等效转换的条件；
- 6、了解实验时电源的非理想状态对实验结果的影响。

二、实验原理1（仪表内阻对测量结果的影响和修正）

- 仪表内阻是指仪表在工作状态下，在仪表两个输入端子之间所呈现的等效电阻或阻抗。在精确测量中，必须考虑由于输入电阻有限所引起的测量误差。
- 仪表内阻的测量方法：
 - 1、万用表直接测量
 - 2、伏安法
 - 3、半偏法

● 仪表内阻对测量值的影响及修正方法

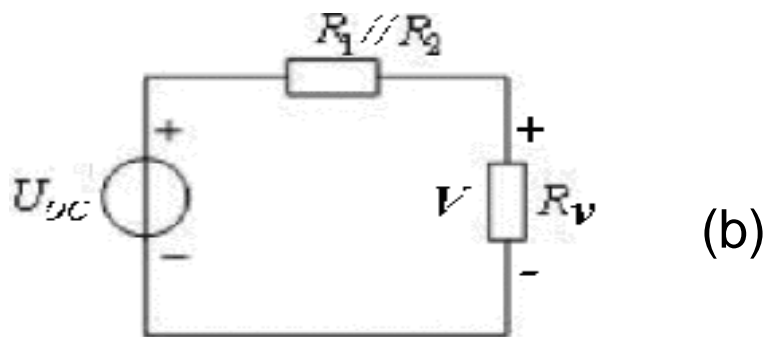
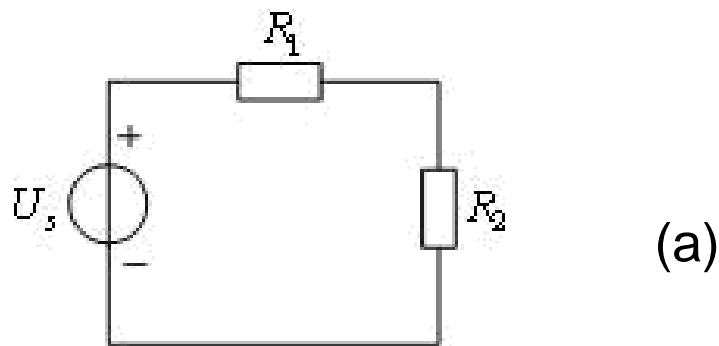
使用内阻为 R_v 的电压表测量图 (a)所示电阻 R_2 两端的电压值为 V ，利用戴维南定理从电压表两端将原电路简化，得到如图(b)所示等效电路，其中 U_{oc} 是待测的理想电压值（表内阻为无限大时测量，应该得到的电压值）， V 是电压表的指示值，等效电阻上的电压降就是由于电压表内阻造成的误差。电压误差的大小为

$$V = \frac{R_v}{R_1 // R_2 + R_v} U_{oc}$$

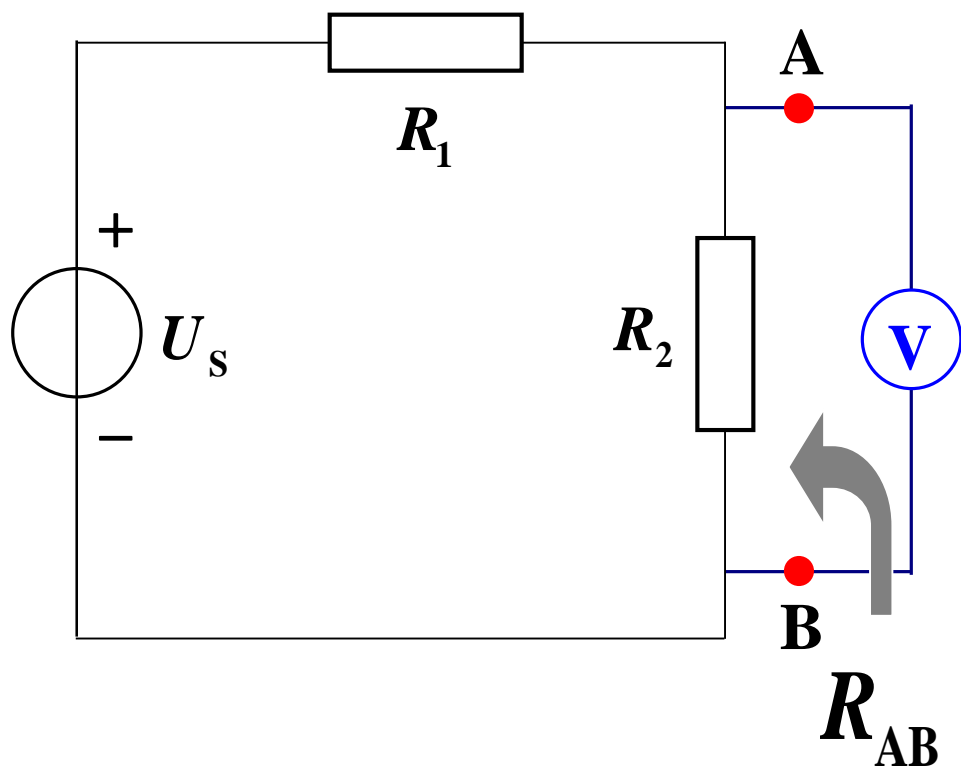
$$\Delta V = U_{oc} - V = V (R_1 // R_2 + R_v) / R_v - V$$

$$= \frac{V (R_1 // R_2)}{R_v}$$

$$= \frac{V}{R_v} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



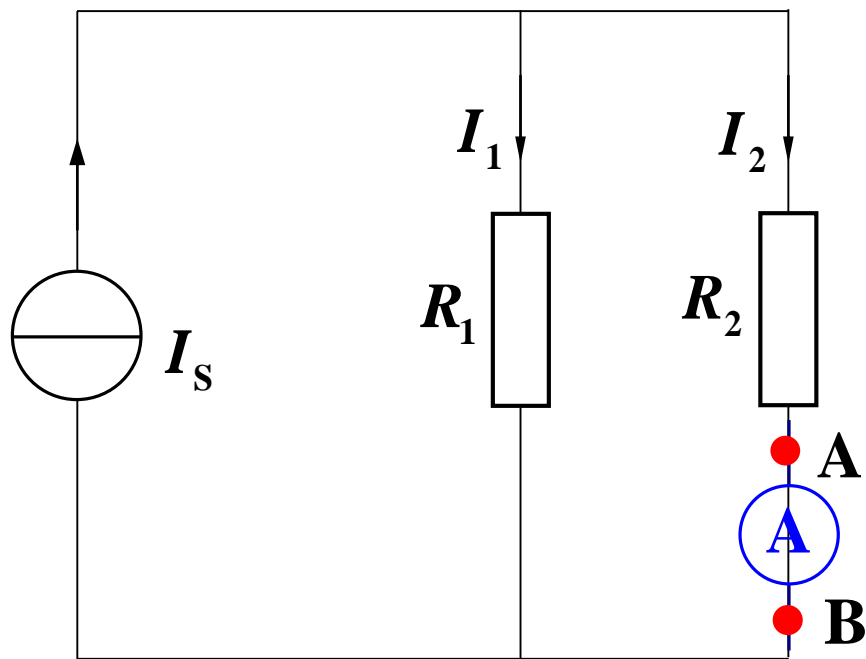
- 仪表内阻对测量值的影响及修正方法



$$\Delta U = R_{AB} \cdot \frac{U_{\text{读数}}}{R_V}$$

$$U = U_{\text{读数}} + \Delta U$$

$$R_{AB} = R_1 // R_2$$



$$\Delta I = \frac{I_{\text{读数}} R_A}{R_{AB}}$$

$$I = I_{\text{读数}} + \Delta I$$

R_{AB}

实验电路图：

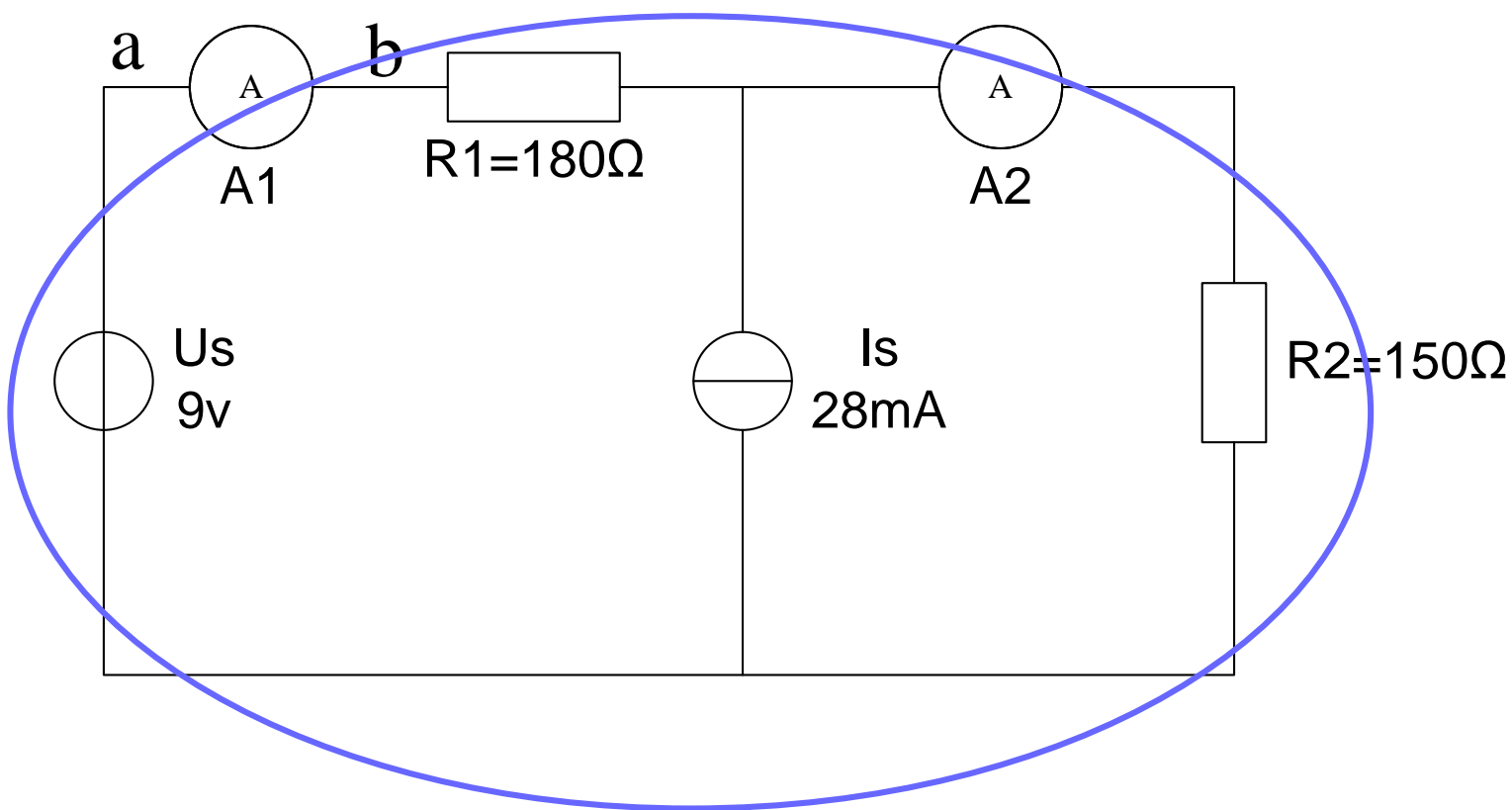
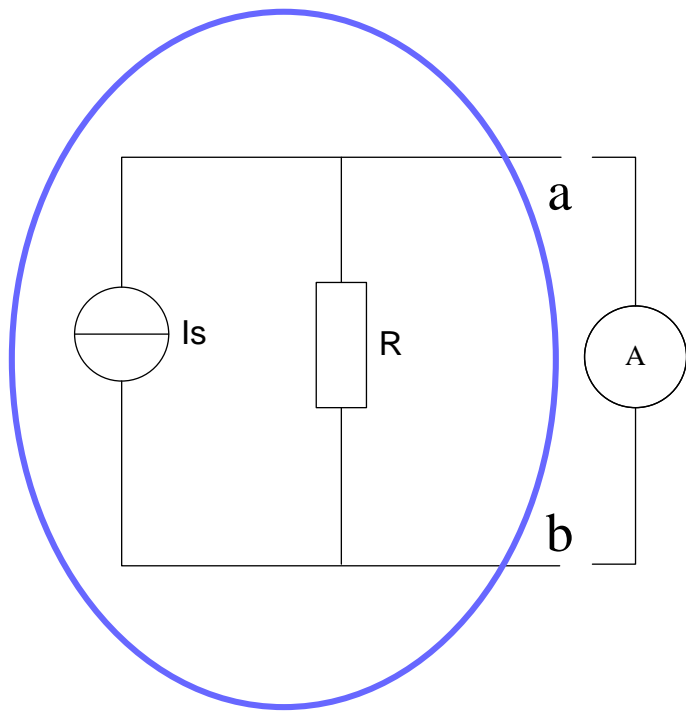
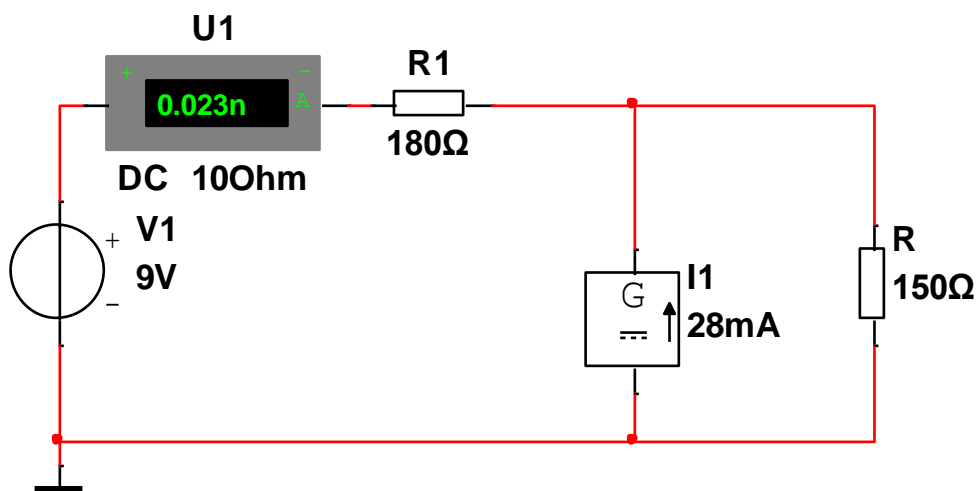


图7-2-4 (P228)

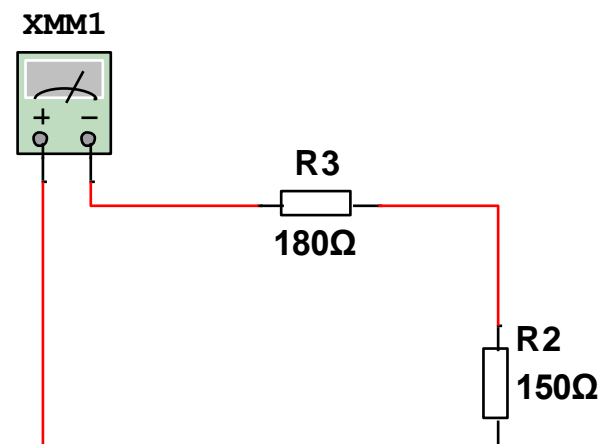
诺顿等效电路：

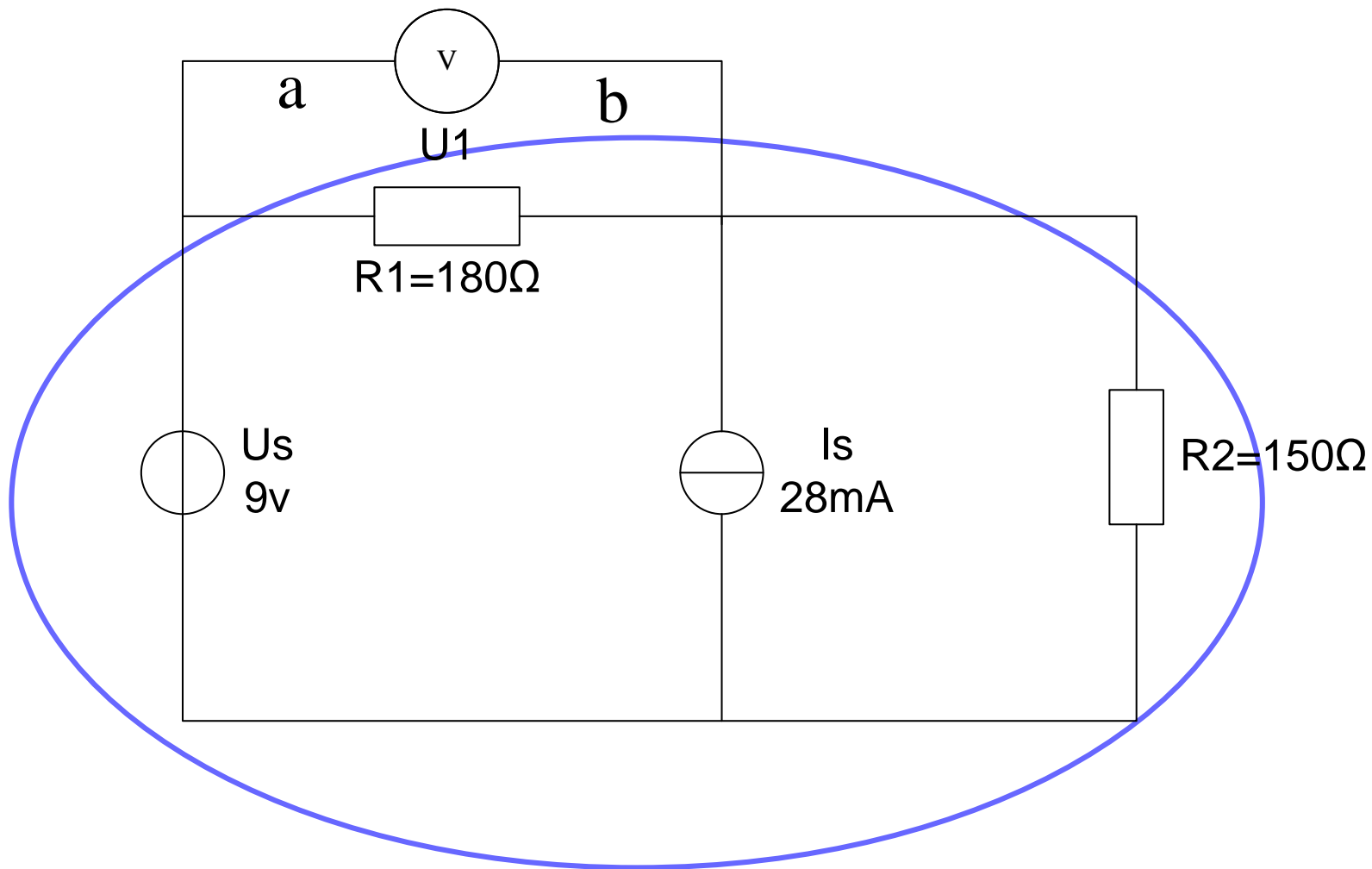


仪表内阻对测量结果的影响

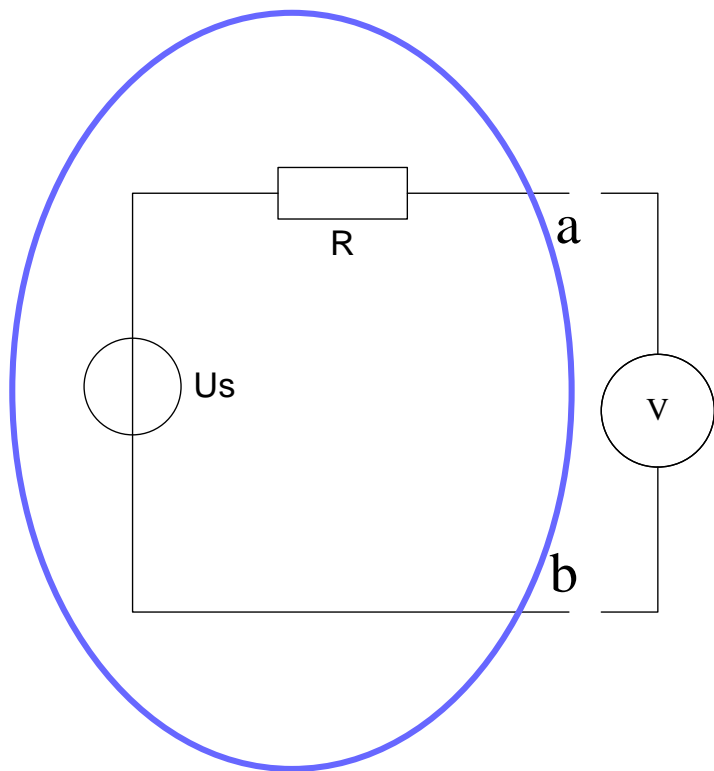


等效电阻测量

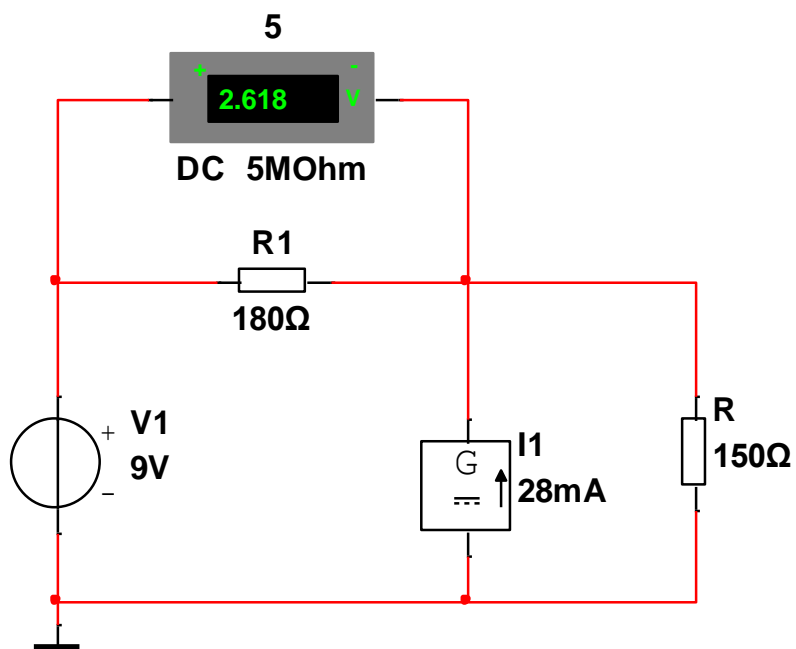




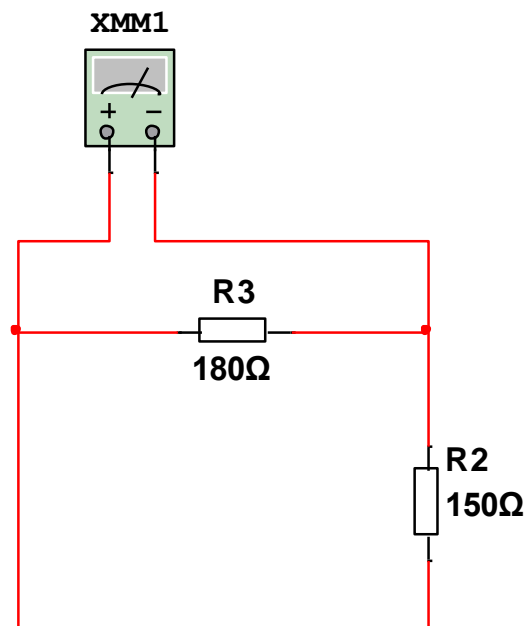
戴维南等效电路：



仪表内阻对测量结果的影响



等效电阻

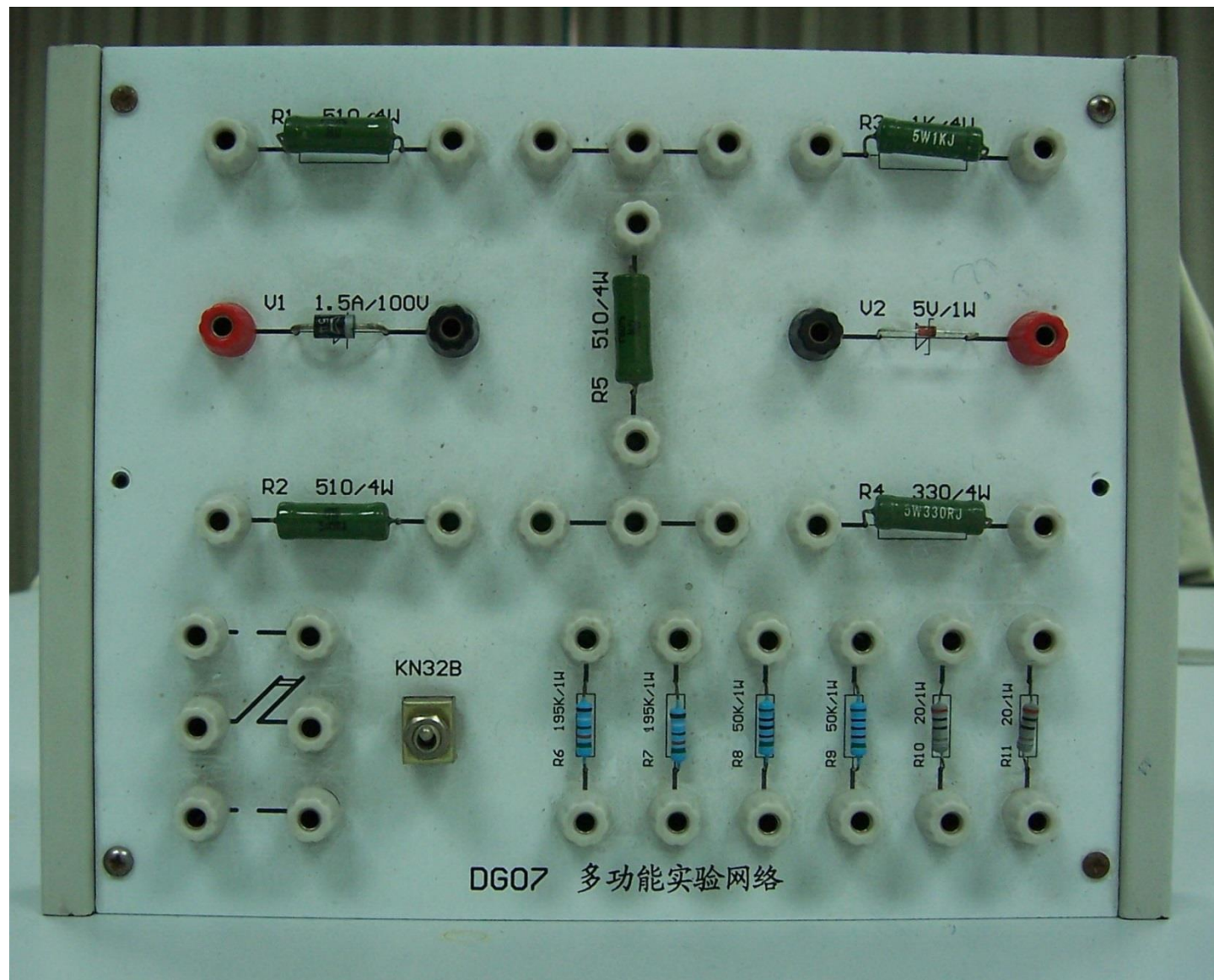


本堂课必须做的内容

实验原理2（有源网络的等效参数测量）

- 任何一个线性网络，如果只研究其中一条支路的电压和电流，则可将电路的其余部分看作是一个含源的一端口网络。这时可用一个等效电压源来代替其对外部电路的作用，该电压源的电动势等于这个含源一端口网络的开路电压，其等效内阻等于这个含源一端口网络中各电源均为零时的无源一端口网络的入端电阻，这个结论就是戴维南定理。
- 如果这个含源一端口网络用等效电流源来代替，其等效电流就等于这个含源一端口网络的短路电流，其等效内电导等于这个含源一端口网络各电源均为零时的无源一端口网络的入端电导，这个结论就是诺顿定理。

DG07实验模板：（206房间）



实验电路图：

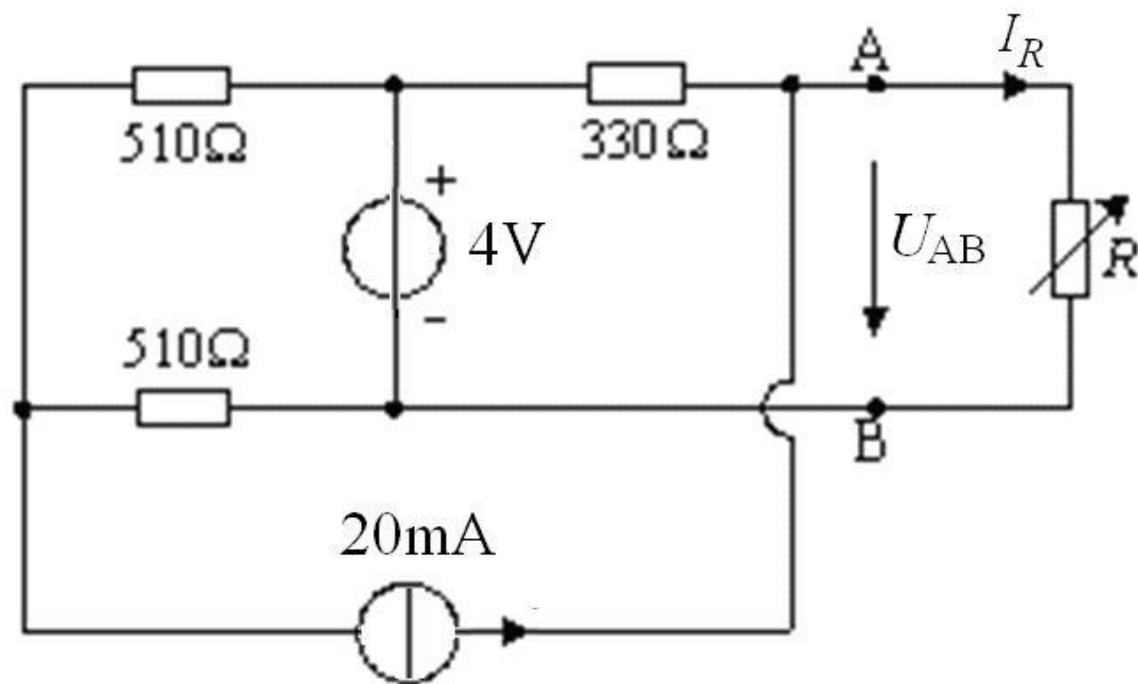
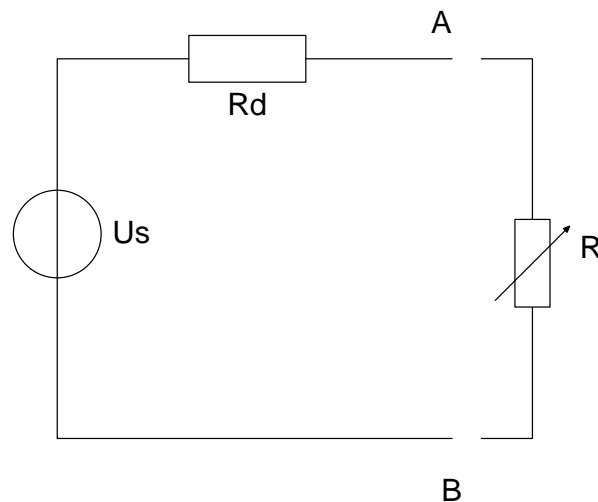
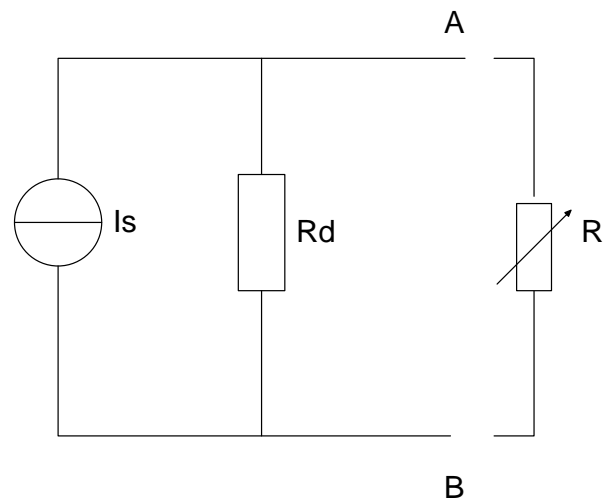


图7-5-1

- 将A、B两端左侧电路做戴维南等效（请绘制等效电路图）



- 将A、B两端左侧电路做诺顿等效（请绘制等效电路图）



三、实验任务：

A、实验原理1任务：（后做）

- 1、分别测量直流微安表和直流电压表的内阻值。
- 2、测量图7-2-4中各元件上的电压和各支路的电流，其中 $U_s \approx 9V$ ， $I_s \approx 28mA$ ， R_1 的标称值为 $180\ \Omega$ ， R_2 的标称值为 $150\ \Omega$ 。图中元件电压用直流电压表测量，各支路电流用直流微安表测量。测量数据表格自拟。
- 3、据实验室的设备条件，选择合适的方法，分别修正各电表内阻对测量结果的影响。
- 4、分析实验任务2中由于电表内阻对测量产生的误差。

注意事项

- 1、本实验中，各直流电源是否工作在其允许范围之内？实验中各电阻实际通过的电流为多少？是否在其允许通过的电流范围之内？
- 2、实验中测量电压、电流应分别使用什么型号的仪表？量程应如何选择？选择的依据是什么？
- 3、如何修正电表内阻对电路测量的影响？

B、实验原理2任务：（先做，本堂课必须做的内容）

1、按图7-5-1接线，改变可调电阻 R ，测量 U_{AB} 和 I_R 的关系曲线，特别**注意**要测出 $R=\infty$ 及 $R=0$ 时的**电压和电流**。（任务1）

（当实验过程中出现电压源显示不正常时，用叠加定理来处理，用独立的电压源和电流源作用时，测相应的电路电压，再相加的到实验数据。独立源作用时的处理方法：电压源短路，电流源开路。）

2、测量无源一端口网络的入端电阻。将电流源开路，同时将电压源短路，再将负载电阻开路，用伏安法或直接用万用表测量A、B两点间的电阻，即为该网络的入端电阻 R_{AB} 。

3、将A、B两端左侧电路做戴维南等效（请绘制等效电路图），重复测量 U_{AB} 和 I_R 的关系曲线并与任务1所测得的数据进行比较，验证戴维南定理。（任务2）

4、将A、B两端左侧电路做诺顿等效（请绘制等效电路图），重复测量 U_{AB} 和 I_R 的关系曲线，并与任务1所测得的数据进行比较，验证诺顿定理。（任务3）

任务1:

R	0	300	500	800	1000	3000	5000	8000	∞
U_{AB}									
I_R									

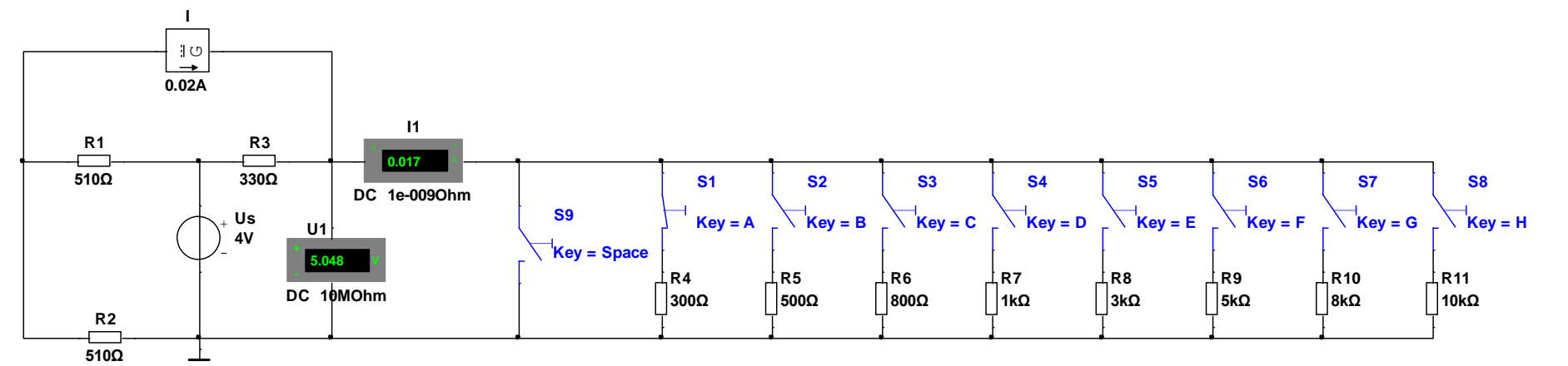
任务2:

R	0	300	500	800	1000	3000	5000	8000	∞
U_{AB}									
I_R									

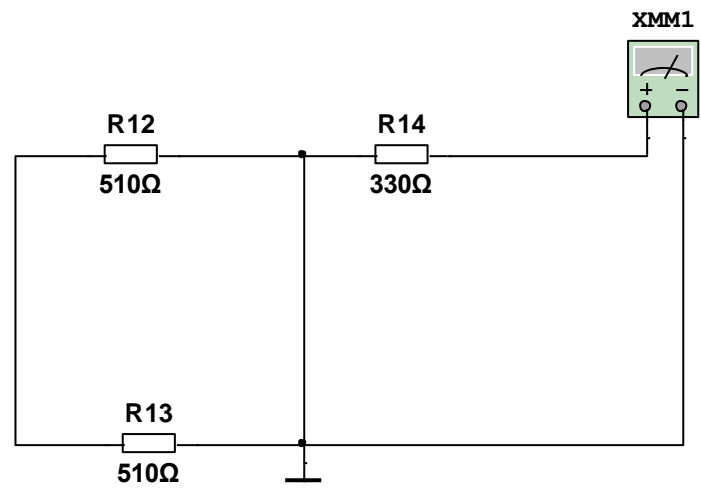
任务:3:

R	0	300	500	800	1000	3000	5000	8000	∞
U_{AB}									
I_R									

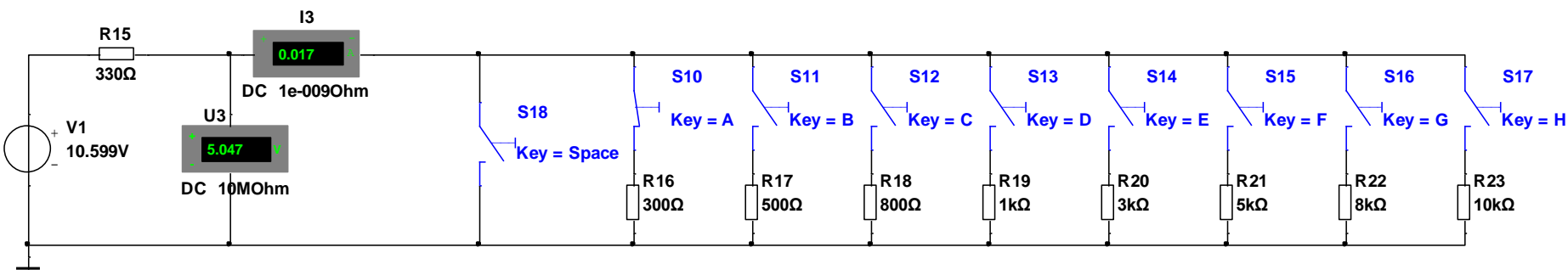
(1) 含源一端口网络电路的测量



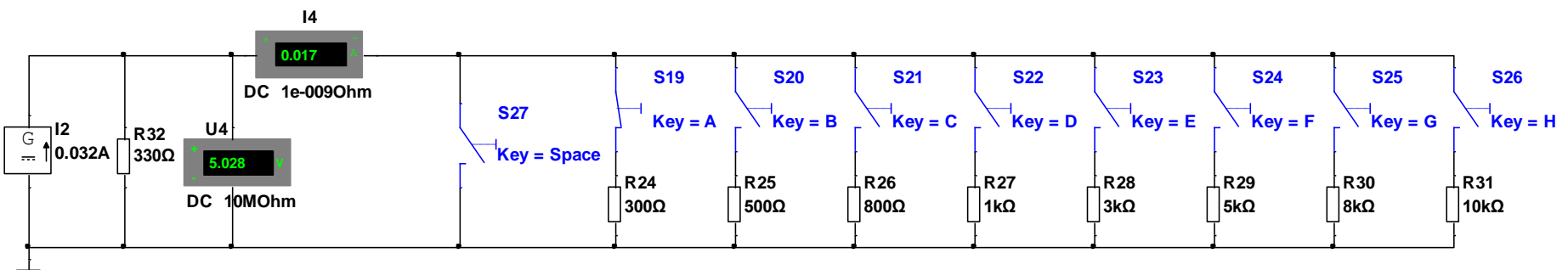
(2) 含源一端口网络等效电阻的测量



(3) 戴维南等效电路的测量



(4) 诺顿等效电路的测量



实验注意事项

- 1、实验过程中直流稳压源不能短路，直流稳流源不能开路，而且电源只能向外提供功率而不能吸收功率，以免损坏设备。
- 2、实验用电流源，电流0~250mA可调，最大输出电压30V。电压源，电压0~30V可调，最大输出电流500mA。
- 3、任务1的测量过程中，是否有出现数据异常的现象？若有，请记录正常时和异常时电压源两端的电压，分析产生问题的原因。
- 4、在电压源支路并联一个电阻 R_s ，使得负载如何改变，都不会造成电压源的端电压发生改变。

四、实验报告：

A、实验原理1（仪表内阻对测量结果的影响和修正）

- 1、根据实验任务要求完成实验，整理实验数据，分析误差产生的原因；
- 2、推导所用实验电路电流表、电压表内阻误差的修正公式，计算修正值，给出实验误差。

B、实验原理2（有源网络的等效参数测量）

- 1、测量等效参数，根据实验数据验证戴维宁和诺顿定理；
- 2、绘制并比较等效前后的电压电流关系曲线，给出有关等效性的结论；
- 3、总结含源一端口网络戴维宁（诺顿）等效的适用条件。

下次预习：

P298-303，研究专题2